FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

296

THÈSE

ANNEE 1966 n°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ETAT

PAR

Philippe VIALA

né le 7 avril 1938 à Paris XVIè

Présentée et soutenue publiquement le :

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'HYGIENE DU LAIT,

LAIT PASTEURISE

ET LAIT UPERISE CONDITIONNE ASEPTIQUEMENT

Président : Mr. BOYER, Professeur.

EDITIONS A.G.E.M.P. — 8, RUE DANTE - PARIS-Ve

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1966

THÈSE

n°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ETAT

PAR
Philippe VIALA

né le 7 avril 1938 à Paris XVIè

Présentée et soutenue publiquement le :

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'HYGIENE DU LAIT,

LAIT PASTEURISE

ET LAIT UPERISE CONDITIONNE ASEPTIQUEMENT

Président : Mr. BOYER, Professeur.

EDITIONS A.G.E.M.P. — 8, RUE DANTE · PARIS-Ve

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN

1/1/1966

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Binet (L.), Bulliard (H.), Cathala (J.), Chabrol (E.), Chailley-Bert (P.), Debré (R.), Fey (B.), Galliard (H.), Gaudart d'Allaines (F. de), Gennes (L. de), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Laroche (G.), Lavier (G.), Lelong (M.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Marchal (G.), Mathieu (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Piédelièvre (R.), Quénu (J.), Renard (G.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Verne (J.).

DOYEN . . . . . Georges BROUET.

1er ASSESSEUR . . . . . Daniel BARGETON

2e ASSESSEUR . . . . . Jean GOSSET

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie et cytologie pathologiques	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Bactériologie et virologie	TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.)
—	POLONOVSKI (J.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	MALMEJAC (J.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Biophysique médicale	BUGNARD (L.)
—	DOGNON (A.)
—	DJOURNO (A.)
Cancérologie médicale et sociale	DENOIX (P.)
Chimie pathologique	SCHAPIRA (G.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)
Génétique fondamentale	LEJEUNE (J.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	COURY (Ch.)
Histologie	GIROUD (A.)
Hygiène et médecine préventive	BOYER (J.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	DEROBERT (L.)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	BRUMPT (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
—	KUSS (R.)
—	VERNE (J.-M.)
Pathologie exotique	N...
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	LAROCHE (Cl.)
—	BRICAIRE (H.)
—	PÉQUIGNOT (H.)
Pathologie respiratoire	TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	N...
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
—	LEVY (Mlle J.)
Physiologie	BARGETON (D.)
—	PARROT (J.)
Physiologie et pathologie obstétricales	LEPAGE (F.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)

	MM.
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	CAUCHOIX (J.)
Thérapeutique	CONTE (M.)
Thérapeutique appliquée	LAMOTTE (M.)

b) Professeurs à titre personnel :

Anatomie anthropologique	OLIVIER (G.)
Anatomie pathologique	NEZELOF (Ch.)
Bactériologie	BARBIER (P.)
Biochimie médicale	DESGREZ (P.)
	DREYFUS (J.-Cl.)
Biologie médicale	BOURLIÈRE (F.)
Histologie	COUJARD (R.)
Parasitologie	LARIVIÈRE (M.)
Pathologie expérimentale	LOEPER (J.)
	RICHET (G.)
Physiologie	DEJOURS (P.)
	ROUCAYROL (J.-Cl.)
	SCHERRER (J.)
Physique médicale	KELLERSHOHN (L.)
	GOUGEROT (L.)
	TUBIANA (M.)
Radiologie médicale	FISCHGOLD (H.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :

		MM.
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)		REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)		SOULIÉ (P.)
— — (Boucicaut)		LENÈGRE (J.)
Cliniques chirurgicales	Beaujon	LORTAT-JACOB (J.-L.)
	—	N...
	Cochin	LEGER (L.)
	Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
	Saint-Antoine	GOSSET (J.)
	Salpêtrière	SICARD (A.)
	Tenon	OLIVIER (Cl.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin)		MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
— — — (Foch)		PADOVANI (P.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)		FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)		DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)		MATHEY (J.)
Clinique dermatologique (Saint-Louis)		DUPERRAT (F.)
Clinique endocrinologique (Pitié)		DECOURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)		LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)		HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)		DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)		TURPIN (R.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)		MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)		DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)		HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)		BERNARD (J.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)		CASTAIGNE (P.)
Cliniques médicales	Bicêtre	DEPARIS (M.)
	Broussais	MILLIEZ (P.)
	Cochin	BROUET (G.)
	Hôtel-Dieu	BARIÉTY (M.)
	Lariboisière	SÈZE (S. de)
	Pitié	DREYFUS (G.)
	Saint-Antoine	KOURILSKY (R.)
	Saint-Antoine	BOUDIN (G.)

	MM.
Clinique d'hydrologie et de climatologie (Bichat)	DEBRAY (Ch.)
Clinique médicale infantile et pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)
Cliniques obstétricales — Baudelocque	LACOMME (M.)
Cliniques obstétricales — Saint-Antoine	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	OFFRET (G.)
— — (Cochin)	BREGEAT (P.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie	MOZZICONACCI (P.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	THIEFFRY (S.)
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)	BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique toxicologique	GAULTIER (M.)
Clinique traumatologique et orthopédique (R.-Poincaré)	JUDET (R.)
Clinique urologique (Cochin)	ABOULKER (P.)
— — (Necker)	COUVELAIRE (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	LAPLANE (R.)
Séméiologie médicale (A. Chantin)	DOMART (A.)
— — (Lariboisière)	BOUVRAIN (Y.)
— — (Pitié)	RAMBERT (P.)
— — (Rothschild)	WOLFROMM (R.)
Séméiologie et clinique chirurgicales (Broussais)	POILLEUX (F.)

b) Professeurs à titre personnel :

Hématologie	ANDRÉ (R.)
	BOUSSER (J.)
Hydrologie et climatologie	GIBERTON (A.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.)
Médecine	AZERAD (E.)
	BOUR (H.)
	CABROL (Ch.)
	GROSSIORD (A.)
	LAMBLING (A.)
	LAUNAY (Cl.)
	PAYET (M.)
	PERRAULT (M.)
	SIGUIER (F
	WORMS (R.)
Neuro-chirurgie	LE BEAU (J.)
Neurologie	LHERMITTE F.
Neuro-psychiatrie	PICHOT (P.)
Oto-Rhino-Laryngologie	MADURO (R.)
Pédiatrie	POLONOVSKI (Cl.)
	ROYER (P.)
Pneumo-Phtisiologie	KREIS (B.)
	MEYER (A.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE

	MM.
Anatomie pathologique	GOUYGOU (Ch.)
Anesthésiologie	VOURC'H (G.)
Bactériologie	CHRISTOL (D.)
Biochimie médicale	CARTIER (P.) GONNARD (P.)
Biologie médicale	HARTMANN (L.)
Hématologie	BILSKI-PASQUIER (S.)
Maladies infectieuses	DUPONT (V.)
Physique médicale	COURSAGET (J.) GREMY (F.)
Physiologie	GIRARD (Fr.)
Stomatologie	CHAPUT (Mme A.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)

III. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie	HAUDUROY (P.) Pr. s. ch
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.) Pr. s. ch.

IV. — PROFESSEUR ASSOCIÉ

Statistique médicale et épidémiologique	SCHWARTZ (D.)

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J.)
Conseillers administratifs	Mlle CHAINTREUIL (G.) M. FAYE (R.)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque. Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateurs	Mlles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.), LE NOIR (G.),
Bibliothécaires	Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlles DUROZOY (M.-F.), ROBERGE (D.), Dr SCHILLER (J.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A Mes Parents,

En témoignage de ma grande reconnaissance pour les lourds sacrifices que je leur ai imposés et dont l'aide et la compréhension n'ont été si précieuses au cours de mes études.

En gage d'affectueuse reconnaissance.

A Ma Soeur,

En témoignage de ma profonde affection.

A Ma Femme,

Pour l'incessante sollicitude et le constant appui qu'elle a apporté au cours de ce travail.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544317_0049

A Ma Fille,

Que ce travail, s'il est pour moi le couronnement de mes études, soit pour elle le faible dédommagement de ma grande affection.

A la Mémoire du Docteur Jean-Jacques PECH,

Qu'il reçoive dans le silence apaisant de Viodessos le témoignage de ma profonde estime.

A Notre Président de Thèse,

Monsieur le Professeur Jean BOYER

Professeur Titulaire de la Chaire d'Hygiène
et de Médecine Préventive à la Faculté de Médecine
de Paris.

Officier de la Légion d'Honneur

Membre de l'Académie de Médecine,

Qui a bien voulu nous faire l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse.

Qu'il trouve ici l'expression de notre respectueuse sympathie et le témoignage de notre profonde gratitude.

A Monsieur G. MOCQUOT,

Directeur de la Station Centrale de Microbiologie
et de Recherches Laitières à l'Institut National
de la Recherche Agronomique de Jouy-en-Josas.

Dont les conseils nous ont été précieux
dans la rédaction de ce travail.

A Mes Maîtres de la Faculté de Médecine et des Hôpitaux de Paris.

Hommages respectueux.

A V A N T - P R O P O S

Le problème posé par l'hygiène du lait de consommation a été et demeure, depuis plus d'une cinquantaine d'années, un problème d'actualité, problème d'autant plus important que les besoins de la population, dont la poussée démographique se concrétise, ne cesseront de s'accroître dans les années à venir.

Le développement de l'Hygiène Alimentaire et les progrès incessants réalisés dans ce domaine ont contribué cependant à apporter, dans une large mesure, des solutions des plus intéressantes.

Des personnes, parmi les plus compétentes, pédiatres, médecins, phtisiologues, hygiénistes se sont penchés sur ce problème; des controverses se sont élevées; des travaux et des publications innombrables, des ouvrages de vulgarisation destinés à informer le grand public dans un but éducatif, ont été publiés. Les Pouvoirs Publics, dans le cadre d'une politique d'action Sanitaire et Sociale, ont pris et mis progressivement en application une règlementation qui s'avérait nécessaire et indispensable.

Si aux différents stades de production, de traitement et de distribution, certaines mesures ont déjà été appliquées et ont contribué à améliorer la qualité hygiénique du lait de consommation, d'une manière cependant que les Hygiénistes préfèreraient, sans nul doute, voir dès à présent plus satisfaisante, le problème de l'hygiène du lait, s'il n'en demeure pas entier, n'en est pas résolu définitivement pour autant et mérite, au fur et à mesure de notre développement économique et social, d'être révisé partiellement.

Nous n'avons pas la prétention de fournir ici, dans ce modeste travail, une solution idéale ni d'apporter des données décisives mais nous nous permettrons de montrer les insuffisances de la Pasteurisation du lait telle qu'elle est actuellement pratiquée sur un lait plus ou moins pollué fourni par le producteur en nous efforçant de préciser toutefois les solutions nécessaires à la diminution de sa contamination dès sa production et en mettant en relief l'intérêt, pour faire face au développement des grands centres urbains et pour obtenir un lait bactériologiquement pur, seule garantie valable pour le consommateur, d'une généralisation progressive et à grande échelle de l'Upérisation du lait, c'est-à-dire d'un lait traité et stérilisé par Ultra-Haute-Température, conditionné aseptiquement dans des récipients de vente à emballage perdu préalablement stérilisés, telle qu'elle est conçue et adoptée dans certains pays étrangers et dont la commercialisation en France est d'apparition toute récente.

I N T R O D U C T I O N

Aliment complet par excellence, le lait, dont la richesse nutritive est reconnue depuis la plus haute Antiquité, reste l'aliment le plus riche dont dispose l'homme civilisé.

Véritable "sang blanc" ses constituants essentiels nous sont connus depuis longtemps. Si sa composition peut présenter des variations selon l'heure de la traite, l'alimentation de l'animal, sa race, un litre de lait renferme cependant en moyenne 880 à 900 g d'eau, 35 g de lipides, 50 g de glucides essentiellement du lactose, 35 g de protides dont 30 g de caséine pour 4 à 5 g de lactalbumine, 7 g de sels minéraux, des vitamines et des ferments.

Par sa composition équilibrée et son coefficient calorique élevé - qui est, rappelons-le, de près de 700 calories par litre - le lait présente, une valeur nutritive considérable. Il a été, en effet, démontré qu'un litre de lait consommé quotidiennement par un adulte d'un poids de 70 kg environ suffit pour couvrir près du tiers de ses exigences alimentaires.

Par ses qualités, le lait occupe dans notre alimentation quotidienne une place de choix qu'aucun autre aliment ne saurait d'ailleurs lui détrôner. Il représente, de ce fait, un constituant primordial de notre ration alimentaire.

Aliment exclusif du nouveau-né et du nourrisson, pendant les premiers mois de la vie, il constitue, de plus, la base de l'alimentation des jeunes enfants auxquels il offre une partie importante des substances capables de satisfaire à leurs besoins non seulement énergétiques mais encore plastiques dont nous ne

pouvons que rappeler ici l'importance au cours de la croissance.

Chez certains malades et convalescents où un régime lacté ou lacto-végétarien est parfois conseillé, il présente en effet, de grands avantages sur les autres aliments ; les matières protéiques qu'il contient sont facilement digérées et donnent naissance à un minimum de déchets toxiques - on n'y trouve pas de nucléoprotides ni de composés puriques; le lactose est diurétique et agit favorablement sur la flore intestinale : il diminue les putréfactions au profit des fermentations, et par suite réduit la quantité de substances toxiques qui se forment dans l'intestin; enfin sa faible teneur en chlorure de sodium en fait un excellent aliment pour les sujets atteints de néphrites dites "hydropigènes" chez lesquels un régime déchloruré diminue ou supprime même les oedèmes. Il n'en reste pas moins, de par sa grande valeur nutritive sous un volume réduit, sa digestibilité et son assimilation facile, très bien toléré chez les personnes âgées.

Pour mieux apprécier l'importance de la place occupée par le lait dans notre alimentation, les Statisticiens ont calculé que la consommation du lait, sous toutes ses formes, s'élevait en moyenne annuellement et par personne à 300 litres dont 100 litres sous forme de lait en nature. Il n'en est pas moins vrai que ces chiffres pourraient être largement dépassés, avec profit d'ailleurs pour la santé publique, si dans le cadre de la lutte anti-alcoolique, la propagande tendant à considérer avec juste raison le lait comme boisson saine et hygiénique était intensifiée sur une grande échelle par les Pouvoirs Publics eux-mêmes.

De par sa valeur nutritive élevée et par la place prépondérante qu'il occupe dans l'alimentation, le lait, dans l'intérêt primordial de la santé publique, doit être sain et de bonne qualité bactériologique.

Or le lait de vache est une des denrées les plus périssables qui soit, Offrant à tous les germes microbiens un excellent milieu de culture il représente des conditions idéales pour leur pullulation. Ces remarques générales sont d'autant plus vraies qu'à tout moment, de sa production jusqu'à sa consommation, il est menacé et risque, de devenir un aliment dangereux et une source de contamina-

tion pour ceux qui l'ingèrent. Il est donc très important de protéger efficacement le lait de consommation.

Véritable milieu de culture favorable pour la multiplication et la pullulation rapide des germes microbiens, nous passerons en revue les différents germes pathogènes et saprophytes susceptibles de souiller le lait en nous efforçant de dégager par la suite les mesures d'hygiène à prendre, dès sa production, pour éviter d'envoyer dans les centres de Pasteurisation un lait trop pollué et qui soit, comme c'est fréquemment le cas encore à l'heure actuelle, un véritable bouillon de culture.

Le lait dont il nous est impossible d'obtenir, lors de la traite à la ferme, une qualité bactériologique suffisante et ce malgré la diffusion progressive des règles d'hygiène dans le monde rural, doit être traité.

Si la Pasteurisation du lait reste la méthode de traitement du lait cru la plus ancienne et la plus employée tout au moins en France où les grandes sociétés laitières ont investi des capitaux considérables, elle est loin cependant d'offrir toutes les garanties hygiéniques souhaitables et nous nous efforcerons d'en déceler ses insuffisances.

L'Upérisation du lait, par contre, méthode récente d'assainissement du lait offre, pour le consommateur, une garantie bactériologique certaine, une conservation prolongée pendant plusieurs semaines lorsque ce lait upérisé est conditionné aseptiquement et mériterait, de ce fait, dans les années à venir, d'être progressivement généralisée.

CHAPITRE I

LA POLLUTION BACTERIENNE DU LAIT

GERMES SAPROPHYTES & GERMES PATHOGENES

De par sa nature, le lait constitue, comme nous le rappelions précédemment, un milieu de culture des plus favorables pour la multiplication et la pullulation des germes microbiens. Nombreux sont les auteurs qui ont publié des articles des plus sérieux sur ce sujet et montré, à cette occasion, les dangers que pouvait représenter, tout au moins pour le lait de consommation courante, cette pollution microbienne. Il n'est reste pas moins vrai, cependant, que la plupart de ces germes sont des saprophytes et de ce fait, dans la grande majorité des cas, sans danger majeur pour le consommateur. A côté de ces germes saprophytes, le lait, de par sa source même, des méthodes de traite en vigueur dans nos petites exploitations rurales, de son transport et de sa distribution, est susceptible de renfermer des germes pathogènes pouvant être à l'origine de la transmission chez l'homme, de maladies contagieuses et infectieuses. La Tuberculose ou la Fièvre Typhoïde, par ingestion de lait cru ou insuffisamment bouilli, si elles ont considérablement régressées sont loin cependant d'avoir complètement disparues en milieu rural et font l'objet, chaque année, de quelques publications.

Parmi les germes saprophytes rencontrés le plus souvent dans des échantillons de lait soumis à une analyse bactériologique, les ferments lactiques sont de loin les plus fréquents. Ces ferments lactiques (Bacillus lacticus, B. aci-

dilactici, B. lactis aerogenes, B. bulgaris) s'ils sont danger et voire même utiles se développent avec une très grande facilité dans le lait, et, par leur multiplication, en rendent en consommation impropre en transformant le lactose en acide lactique. Cet acide en excès dans le lait, en coagule les protides soit à chaud soit à froid quand l'acidité est plus forte et donne ce que l'on appelle couramment le "lait tourné". Cette fermentation s'opère d'autant plus rapidement que la température est plus élevée et que le degré d'acidité est plus grand. Quand l'acidité atteint 2 g 50 le lait tourne à l'ébullition; quand elle se développe jusqu'à 7 g., le lait tourne à la température ordinaire.

A côté de ces ferments lactiques, le lait renferme de nombreux autres germes saprophytes qui peuvent provoquer, par leur multiplication, son altération en le rendant soit visqueux et filant (Bacillus actinobacter, B. viscosus, B. Guntheri) soit amer (Tyrothrix, Proteus, Torula, Micrococcus casei amari, B. liqueraciens) soit mousseux avec une forte odeur de savon ou qui peuvent modifier sa couleur d'origine en le transformant en lait bleu (B. cyanogenus, B. coeruleum, B. indigonaceum), en lait rouge (Micrococcus prodigiosus, B. lactis erythrogenes) en lait jaune (B. synxanthum, B. fulvum.)

D'autres saprophytes enfin, qui sont, en réalité des pseudo-saprophytes décomposant les protides du lait, donnent naissance à des produits de dégradation parfois mal tolérés. Le Tyrothrix par exemple attaque la caséine et la coagule en la peptonisant.

Si, dans leur ensemble, les germes saprophytes ne représentent qu'un très faible danger pour le consommateur malgré qu'il serait préférable, dès à présent, d'en voir diminuer leur nombre, il ne peut en être de même des germes pathogènes qui, par leur présence dans le lait, pourront être à l'origine de graves contaminations. Certes, les progrès de la Médecine Vétérinaire, le dépistage des animaux malades, les conseils d'hygiène donnés au producteur et à la population, la généralisation progressive, ces dernières années, de la Sécurité Sociale Agricole, le développement de la chaîne du froid et des méthodes d'assainissement et de traitement du lait ont contribué, chacun dans leur domaine, à la diminution très

sensible des germes pathogènes présents dans le lait. Mais si ces germes pathogènes, d'origine animale ou humaine, sont de plus en plus rares dans le lait, il serait inexact de dire qu'ils en sont totalement absents.

Parmi ces germes pathogènes, le Bacille de Koch a occupé pendant longtemps une place importante. Les jeunes enfants, par l'ingestion de lait cru, étaient le plus souvent contaminés et il n'était pas rare de constater cliniquement et radiologiquement des primo-infections tuberculeuses à porte d'entrée digestive et des localisations gingivales du chancre d'inoculation. Cependant, depuis la dernière guerre, la bacillose humaine d'origine bovine a régressé considérablement à la suite d'un contrôle vétérinaire de plus en plus rigoureux exercé sur le bétail. Il n'en reste pas moins vrai, tout en n'oubliant cependant pas que le lait peut être pollué par des bacilles de Koch humains provenant d'un vacher tuberculeux, qu'en l'absence de mesures énergiques et radicales de prophylaxie de la tuberculose bovine, de dépistage et d'abattage des animaux contaminés, le Mycobacterium Tuberculosis est présent fréquemment surtout dans les laits de grand mélange, comme l'ont montré les analyses bactériologiques, et que, selon toute vraisemblance, la pasteurisation telle qu'elle est actuellement et habituellement pratiquée, ne détruit pas ce germe résistant à la chaleur.

Le lait peut être également pollué par les Brucella mais son chauffage, à une température suffisante, offre une garantie certaine de destruction de ces germes. Si Brucella Melitensis, le plus virulent, agent essentiel de la Brucellose ou Fièvre de Malte ou Melitococcie, pollue surtout les laits de chèvre et de brebis, les bovidés sont, par contre, contaminés par le Brucella Abortus Bovis de Bang. L'ingestion de lait cru souillé par ce germe peut être à l'origine de cas de Brucellose chez l'homme mais la contamination directe par les animaux est cependant beaucoup plus fréquente que la contamination indirecte par ingestion de lait cru ou de fromages frais.

La recherche de Brucella Abortus Bovis, dans un lait suspect, peut se faire de plusieurs façons et tout d'abord par inoculation de lait au cobaye. On injecte

au cobaye, après s'être assuré que son sérum n'agglutine pas Br. Melitensis et Br. Abortus Bovis, le culot de centrifugation de 20 cm3 de lait. Si l'animal est infecté, son sérum agglutine. Br. Melitensis et Abortus au 1/50° ce qui doit être considéré comme un séro-diagnostic positif. On isole le germe, par la suite, en ensemençant la pulpe splénique ou hépatique.

Le "Milk Ring Test" ou épreuve de l'anneau qui n'est qu'une méthode de présomption est facile à faire. Pour rechercher les agglutinines brucelliques du lait, un antigène est préparé avec une suspension de Br. Abortus Bovis colorée en bleu par une solution d'hématoxyline. Cette suspension colorée est lavée dans l'eau physiologique et émulsionnée dans une solution de glycérine additionnée d'eau physiologique phéniquée. Les antigènes, colorés en bleu par l'hématoxyline se portent en fin de réaction à la périphérie, formant ainsi un anneau bleu.

Les bacilles Typhiques Eberth, para A ou para B peuvent être également présents dans le lait dans des proportions qui sont loin d'être négligeables. Le lait peut être contaminé par un porteur de germes, par les mouches venant du fumier et présentes lors de la traite, par l'eau du puits et de lavage des seaux et parfois du mouillage frauduleux du lait par de l'eau polluée. Les cas de fièbre typhoïde d'origine lactée étaient jadis fréquents mais sont devenus, de nos jours, exceptionnels.

Des Salmonella, germes responsables de toxi-infections alimentaires à symptomatologie digestive et de toxicoses chez le nourrisson, des Colibacilles signant une souillure fécale, des Staphylocoques entéro-toxiques, des Streptocoques en cas de mammite des bovidés, germes hémolytiques facilement isolés sur gélose au sang peuvent être également mis en évidence dans le lait de vache.

Signalons également la présence possible de Rickettsies en cas de Fièvre Q. pouvant atteindre les bovins. L'affection animale est en général inapparente

mais les animaux éliminent des rickettsies, en l'occurence Rickettsia Burneti, dans le lait et l'homme peut, de ce fait, se contaminer par ingestion de lait non bouilli.

Au point de vue viral, le lait peut véhiculer le virus de la Polyomyélite Antérieure Aiguë qui serait responsable de petites épidémies, le virus de l'hépatite épidémique et enfin le virus de la fièvre aphteuse.

Devant l'éventail, pour le moins très large, des différents germes saprophytes et pathogènes que nous venons de passer très rapidement en revue ici et susceptibles éventuellement, par leur présence et leur multiplication rapide, de polluer le lait et de transmettre à l'homme certaines maladies infectieuses et contagieuses, l'obtention, dès la traite, d'un lait à coefficient bactériologique abaissé est-elle dès à présent possible et réalisable ?

Le polymorphisme et l'importance de la pollution microbienne dans le lait, question pour le moins préoccupante pour tous les hygiénistes, a certes bénéficié ces dernières années, des progrès de l'hygiène moderne et de leur diffusion dans le monde rural mais il n'en reste pas moins vrai que la contamination initiale du lait reste inévitable. Il n'y a pas, en effet, de lait cru sans germes et un lait récolté dans des conditions idéales de propreté et d'hygiène ne peut être, malheureusement, de par son origine même, indemne de pollution et recueilli chez un animal en bonne santé et dans de bonnes conditions de propreté, son indice bactériologique atteint en moyenne 7.000 germes au cm3.

Il est cependant certain que l'envoi, dans les différents centres de pasteurisation, d'un lait trop fortement pollué, parfois en été véritable bouillon de culture, par insuffisance ou inapplication de règles élémentaires d'hygiène fréquemment constatées dans de nombreuses petites exploitations agricoles, ne devrait plus se voir et ce lait se présentant avec des qualités hygiéniques si insuffisantes ne peut être livré, même après pasteurisation, au consommateur sans lui faire courir de danger.

Dans certains cas mêmes, les ferments lactiques ont tellement pullulé que le lait ne pourrait supporter la pasteurisation. Ces laits trop acides, impasteurisables, sont néanmoins récupérés. On recueille la crème, on la pasteurise et on en fait du beurre. Le lait écrémé, très souillé, non pasteurisable, est parfois transformé en fromage blanc.

Des moyens à apporter à la diminution de sa contamination au stade de sa production et de son transport dans les centres de traitement sera l'objet de notre prochain chapitre.

CHAPITRE II

DES MOYENS A APPORTER A LA DIMINUTION DE LA CONTAMINATION DU LAIT AU STADE DE SA PRODUCTION ET DE SON TRANSPORT DANS LES CENTRES DE TRAITEMENTS

S'il est impossible d'obtenir, à la production, un lait bactériologiquement stérile, il s'avère cependant possible de diminuer, dès à présent, le nombre des germes saprophytes et de faire disparaître totalement et définitivement les germes pathogènes qui peuvent encore polluer le lait et ce par l'application stricte et bien comprise des règles élémentaires d'hygiène.

Ce problème, en apparence facile dans son principe et sa réalisation, est cependant l'un des plus complexes qui soit et présente de nombreuses difficultés nécessitant avant tout, de la part des Pouvoirs Publics, des crédits considérables et une aide efficace.

Devant la dispersion actuelle de la production laitière dans un pays, comme la France, constitué, en majorité, de petites exploitations agricoles que les techniciens du Ministère de l'Agriculture, en en fixant la limite de viabilité à une vingtaine d'hectares, veulent, dans les années à venir, faire disparaître d'ailleurs en les regroupant et où près de 60 % des étables renferment moins de 5 vaches, les conseils, la diffusion des règles d'hygiène et le contrôle de leur

application s'avèrent, pour le moins, difficile. Cependant, au cours des dernières années, producteurs et professionnels laitiers ont pris conscience de l'extrême importance que présente l'amélioration, dès sa production, de la qualité bactériologique du lait. Nous envisagerons ici les remèdes à apporter à cette amélioration nécessaire.

Le dépistage des animaux malades doit être tout d'abord intensifié et ce sur une grande échelle. Les vaches laitières devraient être soumises, 2 fois par an, à un contrôle rigoureux des Services Vétérinaires. Empêchant l'extension des maladies infectieuses à l'étable, son intérêt devrait être mieux compris des paysans eux-mêmes mais il n'en reste pas moins exact que la constatation d'une ou plusieurs vaches atteintes de maladies infectieuses pouvant être transmises à l'homme par le lait et leur abattage nécessaire représente pour eux une perte financière importante qu'ils aimeraient pouvoir éviter dans la mesure du possible.

Ce contrôle biannuel est bien loin d'être réalisé dans la pratique courante et devrait pourtant être généralisé, dès à présent, dans l'intérêt de la santé publique. Les grandes sociétés laitières devraient l'exiger des producteurs.

De ce fait, la tuberculose bovine, à la différence de certains pays étrangers comme le Danemark, le Canada, les Etats-Unis ou elle a presque complètement disparu, demeure, encore de nos jours, une réalité dans notre cheptel. Son dépistage en est pourtant fort simple et consiste à faire, à l'encolure des animaux le plus souvent, une intra-dermo-réaction à la tuberculine et d'en lire les résultats 2 à 3 jours après. Il convient de dépister surtout la tuberculose avancée du poumon et la tuberculose de la mamelle pouvant provoquer, dans le lait récolté, un véritable bouillon de culture de bacilles de Koch.

Dans la Ferme expérimentale de l'Ecole de Grignon, près de Versailles, que nous avons visité à 2 reprises et où les méthodes les plus modernes sont expérimentées (traite mécanique, refroidissement immédiat du lait, propreté de la salle de traite) l'éradication de la tuberculose n'a pu être obtenue qu'en laissant les animaux en liberté, toute l'année, hiver comme été, dans un vaste enclos abrité. On a, en effet, constaté que la stabulation et la promiscuité des animaux dans les étables favorisaient la propagation de la tuberculose chez les

bovidés mais la stabulation reste, cependant, de pratique courante, dans la plupart de nos campagnes. On ne peut donc que trop conseiller aux producteurs, tout au moins dans les régions à climat tempéré comme le Sud-Ouest de la France de laisser toute l'année les animaux parqués dans de vastes enclos mais protégés cependant des intempéries.

Si le dépistage de la tuberculose chez les bovidés est chose relativement aisée et ne mérite qu'à être entrepris sur une plus grande échelle et d'une manière plus efficace, il n'en est pas de même, pour la Brucellose et la fièvre Q dont les formes inapparentes chez les animaux sont pour le moins très fréquentes et de ce fait difficiles à dépister alors que le lait peut être contaminé et être l'origine de cas de mélitococcie chez l'homme.

La Brucellose, maladie essentiellement rurale et à déclaration obligatoire, apparue dans le Languedoc méditerranéen, s'est répandue cependant rapidement dans toute la France. Les cas les plus fréquents restent certes cantonnés dans le Midi méditerranéen (Corse, Basses et Hautes Alpes, Ardèche, Gard, Hérault, Ariège) où les ovins et les caprins sont de loin les plus nombreux. Responsable d'avortements épizootiques chez les animaux, son dépistage par l'intradermo-réaction à la mélitine doit être, en cas de suspicion, aussitôt réalisé par les Services Vétérinaires de même que la recherche des Brucella dans le lait dont nous avons envisagé les techniques dans le chapitre précédent. Il n'en reste pas moins vrai que la lutte contre la Brucellose animale s'avère très difficile mais les mesures sanitaires fixées par décret ne doivent pas rester inappliquées, Les troupeaux atteints de Brucellose seront placés sous surveillance sanitaire, la vente des animaux atteints interdite, le lait systématiquement bouilli et une propagande s'efforcera de faire comprendre aux paysans l'intérêt de l'application stricte de ces mesures.

Cheptel sain au départ ce qui implique dépistage intensifié et contrôles vétérinaires multipliés telles sont, en premier lieu, les mesures à prendre pour l'amélioration de l'hygiène du lait et la diminution de sa contamination initiale. Par suite, l'hygiène de l'étable, du bétail, de la traite sont des questions pour le moins aussi importantes qui méritent d'être, dès à présent, très nettement améliorées.

Une bonne hygiène de l'étable ne peut qu'améliorer la qualité bactériologique du lait produit. Si l'insalubrité des étables telle qu'elle est encore constatée de nos jours dans de trop nombreuses fermes françaises reste une réalité quotidienne, de nombreux progrès ont cependant déjà été réalisés mais l'amélioration de l'hygiène de l'étable rentre dans le cadre d'une politique d'amélioration de l'habitat rural, oeuvre de longue haleine et nécessitant des subventions importantes et la contribution de l'Etat.

Rappelons cependant très brièvement que l'étable abritant des vaches laitières doit être saine, spacieuse, suffisamment éclairée par des ouvertures grillagées, facile à aérer et bien entretenue. Les murs doivent être blanchis à la chaux et le sol bétonné. Les râteliers nettoyés et la litière fréquemment changée. Les porcs, la volaille, les autres animaux domestiques, vecteurs de nombreux germes pathogènes, doivent en être exclus. La récolte du lait dans l'étable même ne devrait plus se voir et une salle de traite, contiguë à l'étable même mais bien séparée, devrait exister. Si l'amélioration de l'hygiène de l'étable est une nécessité, la solution consistant à parquer les animaux toute l'année dans de vastes enclos mais protégés cependant des intempéries par un hangar devrait s'imposer tout au moins sous nos climats. Une salle de traite serait alors seulement nécessaire.

L'hygiène du bétail nous oblige également à quelques remarques. La vache laitière doit être bien nourrie et non surmenée. Une mauvaise alimentation peut d'ailleurs altérer considérablement la qualité du lait. Le bétail ne doit boire que de l'eau fraîche et saine et distribuée dans des bassins fréquemment nettoyés. De plus, la vache doit être propre avant la traite et un pansage quotidien est nécessaire ce qui n'est pas souvent très bien compris par le paysan.

Bien plus importante à considérer est la question de l'hygiène de la traite car il est bien évident que c'est au moment de la traite que la contamination du lait peut être la plus grande ce qui implique qu'elle doit être effectuée le plus proprement possible et dans les meilleures conditions d'hygiène. Ce n'est malheureusement pas le cas le plus souvent.

Il est indispensable avant tout que le trayeur soit exempt de maladies infectieuses. Un porteur de bacilles d'Eberth ou un trayeur tuberculeux peuvent, lors de la traite, fortement polluer le lait et il serait bon, dès à présent, d'exercer un contrôle sanitaire du personnel de ferme. Si cela est possible dans les grandes exploitations agricoles employant un personnel qualifié, il s'avère pour le moins difficile dans les petites exploitations d'où l'intérêt, dans les années à venir, de concentrer la production laitière en France ce qui permettrait une meilleure surveillance.

La vaisselle laitière, seaux, bidons et autres récipients utilisés, doivent être constamment tenus, en dehors de leur utilisation, dans un endroit spécial et fermé et non dans l'étable même. De plus, les récipients destinés à recevoir le lait doivent être, au préalable, soigneusement lavés avec de l'eau potable et légèrement javellisée. Or le paysan est loin d'observer ces règles élémentaires d'hygiène et utilise, le plus souvent, un seau sale rincé avec une eau polluée.

Nettoyer, avant la traite les flancs de l'animal, son arrière train, les mamelles et les trayons sont des actes élémentaires le plus souvent ignorés. Le trayeur a le plus souvent ses mains sales dans lesquelles il crache pour les humidifier ce qui facilite la traite. La présence, lors de la traite, de nombreuses mouches sur les bords du récipient ne devrait plus se voir.

Pour éviter ces méthodes pour le moins déplorables, on a instauré dans certaines exploitations la traite mécanique. La machine à traire est certes supérieure à la traite manuelle à condition qu'elle soit sérieusement nettoyée et désinfectée avec le plus grand soin, de petites quantités de lait pouvant demeurer dans les tuyaux et être la source de pollution microbienne.

Une propagande soutenue s'avère donc nécessaire pour remédier à cet état de fait trop fréquemment constaté et comme le fait très justement remarquer Monsieur le Professeur Boyer il est inadmissible qu'un lait sale, qui n'est qu'un bouillon de culture, soit payé aussi cher qu'un lait sain.

Traite hygiéniquement le lait c'est bien et nécessaire, le refroidir immédiatement après c'est mieux et indispensable. Le refroidissement du lait à la ferme et tous les hygiénistes ne pourront qu'être d'accord sur ce point fondamental, doit être généralisé, dès à présent, en France. L'on ne devrait plus voir les bidons de lait "au frais" dans un coin de l'étable ou dans une auge dont l'eau n'est pas renouvelée et qui attendent que le camion de ramassage vienne les prendre le lendemain matin.

Le lait de par sa source même et des méthodes de traite ne peut, comme nous venons de le souligner, à plusieurs reprises, être un milieu dépourvu de germes microbiens et l'on considère qu'un lait recueilli dans de bonnes conditions de propreté et d'hygiène renferme environ 7.000 germes au cm3. Mais ce qui est fondamental c'est la pullulation et la multiplication rapide des différents germes quand le lait récolté est laissé à la température ambiante. Pour nous donner un ordre d'idée, les analyses bactériologiques d'un échantillon de lait maintenu à une température de 22°C, montrent qu'au bout de 8 heures le nombre des germes s'élève à près de 300.000 au cm3 alors qu'un autre échantillon du même lait révèle pour le même laps de temps et à 6° C, un pourcentage de 12.000 grammes au cm3 seulement.

Ces chiffres, pour le moins révélateurs, nous montrent que le lait doit être immédiatement refroidi et maintenu à une basse température et que l'on doit toujours inciter les producteurs à y procéder sans délai. Seul le refroidissement du lait permet de le conserver dans de bonnes conditions mais il existe encore de trop nombreuses petites exploitations qui ne sont pas en mesure d'assurer une réfrigération convenable. Toutefois, la chaîne du froid devrait commencer à la ferme mais il n'en reste pas moins vrai que l'action du froid se borne à arrêter seulement le développement microbien mais ne modifie pas la qualité bactériologique initiale du lait, d'où l'intérêt de l'hygiène de la traite.

Le refroidissement indispensable du lait, problème majeur sur lequel nous venons d'insister, l'amélioration hygiénique de sa traite sont des moyens efficaces - s'ils sont bien compris du producteur - pour diminuer la contamination et la multiplication des germes du lait au stade de sa production. Par contre, le

problème de son transport dans les différents centres de traitement où il sera procédé à sa pasteurisation ne dépend, non plus du producteur, mais des sociétés laitières qui en effectuent le ramassage. Il est, pour le moins, inconcevable de voir encore, surtout en été, les bidons de lait attendre sur le bord de la route, dans la poussière et sous le soleil, le camion de ramassage. Le lait devrait être ramassé 2 fois par jour, matin et soir, et ce par des camions isothermes pour assurer la continuité de la chaîne du froid.

Orienter le producteur par des exigences sévères vers la production d'un lait cru propre et sain sera une oeuvre longue et difficile en raison même de l'état actuel de nos fermes, du sous-développement de l'hygiène dans le monde rural et de la "pulvérisation" de notre production laitière.

Le lait, produit dans ces conditions, et n'offrant pas de sérieuses "références" bactériologiques devra donc être traité et soumis à la pasteurisation dont nous montrerons, dans le chapitre suivant, les insuffisances.

CHAPITRE III

DU LAIT PASTEURISE ET DE L'INSUFFISANCE DE SA VALEUR HYGIENIQUE

De par sa source même, de la mauvaise hygiène de sa traite, d'une réfrigération à la ferme trop souvent absente, d'un ramassage présentant encore bien des imperfections, le lait arrivant au centre de traitement, situé en milieu rural, doit être assaini afin d'en améliorer sa qualité bactériologique. La pasteurisation reste la méthode d'assainissement du lait cru la plus utilisée en France mais présente, telle qu'elle est actuellement pratiquée, bien des lacunes et la valeur hygiénique du lait pasteurisé bien des insuffisances.

Mesure de sécurité pour le moins indispensable, améliorant certes d'une manière appréciable la qualité bactériologique du lait traité mais n'en permettant, malgré tout, qu'une conservation très limitée à la différence de l'upérisation, la pasteurisation peut être brièvement définie comme étant le chauffage de ce lait à une température inférieure au point d'ébullition pendant un laps de temps suffisant pour tuer tous les germes pathogènes pouvant être présents, de manière à en permettre sa conservation et son usage en toute sécurité pour la consommation humaine. La température de chauffage ne doit pas être plus élevée et sa durée d'application plus longue qu'il n'est indispensable pour que le lait soit à la fois exempt de germes pathogènes et d'une bonne qualité quant à sa conservation.

Si cette définition paraît satisfaisante dans son principe, il n'en est pas de même quant à son application et ses résultats immédiats sont loin d'être satisfaisants comme l'ont prouvé les analyses bactériologiques pratiqués sur des échantillons de lait venant d'être soumis au procédé de pasteurisation.

Le Conseil Supérieur d'Hygiène dans sa séance du I8 Avril I955 avait d'ailleurs très judicieusement souligné que le lait pasteurisé n'était pas un lait "exempt de germes pathogènes" mais était seulement un lait "exempt de germes pathogènes normalement détruits dans les conditions de la pasteurisation".

Nous rappellerons brièvement tout d'abord les différents procédés de pasteurisation en n'omettant pas de préciser que le lait, avant d'être soumis à la pasteurisation, doit être obligatoirement filtré. Trois sont actuellement employés :

1°) La pasteurisation basse

Le lait est chauffé à 63° C pendant trente minutes. Ce procédé s'il respecte certes les diastases, la plus grande partie des vitamines hydrosolubles et liposolubles et altère moins le goût du lait, la destruction de certains germes pathogènes comme le Bacille de Koch, très résistant à la chaleur, reste problématique.

2°) La pasteurisation haute

Le lait est chauffé à 80° C - 85° C pendant deux à cinq minutes. La destruction des germes pathogènes semble plus efficace mais elle risque cependant d'en modifier ses propriétés organoleptiques et il est bon de rappeler, à ce sujet, que les sociétés laitières veulent, dans un but purement commercial d'ailleurs et cela est fort compréhensible de leur part, obtenir un lait se rapprochant par son aspect et par son goût du lait cru et ne désirent pas, de ce fait, en prolonger et en pousser au maximum son chauffage. Un contrôle s'avèrera donc indispensable

au centre de traitement pour vérifier, en particulier, le thermomètre enregistreur des appareils de pasteurisation et s'assurer, par la même occasion, que la pasteurisation a été effectuée dans des conditions suffisantes, certaines diastases étant en effet inactivées à des températures données.

3°) La pasteurisation en couche mince

Ce procédé de pasteurisation encore appelé stassanisation semble le plus employé à l'heure actuelle. Le lait chemine en couche mince pendant quinze secondes seulement entre deux parois chauffantes portées à une température de 80° C, mais la destruction des germes pathogènes, englobés très souvent dans des débris organiques ou cellulaires, n'en est pour le moins des plus satisfaisantes.

Cette question de la destruction du bacille tuberculeux qu'il soit d'origine bovine ou d'origine humaine et présent, encore trop fréquemment, dans les laits de grand mélange arrivant au centre de pasteurisation pour y être traités, a été et reste encore très controversée, et tous les hygiénistes sont loin d'être d'accord sur ce point pourtant fondamental. Cependant, des germes pathogènes susceptibles d'être véhiculés par le lait de grand mélange que la pasteurisation se propose de traiter, le bacille de Koch se présente comme le plus résistant à la chaleur. Nombreux sont les auteurs qui ont étudié, à maintes reprises, la résistance de ce bacille à la chaleur dans le lait. Dès le début du siècle, RUSSEL et HASTINGS démontrent la destruction du bacille de Koch en dix minutes à 60° C ou en une minute à 70° C. ROSENAU confirme ces résultats sur des laits infectés par le B.K. RINJARD, pour sa part, ayant inoculé des centaines de cobaye à partir de laits pasteurisés provenant de laits crus dont l'infection tuberculeuse avait été reconnue importante, n'obtint pas une seule inoculation positive. GIBERT conclut, quant à lui, que les échantillons de lait pasteurisé actuellement distribué à Paris et prélevés dans les centres de distribution renferment des bacilles tuberculeux dans 3 p. 100 des cas. WAGNER et REUSS ont recherché, en 1952, le B.K. dans les bouteilles de lait pasteurisé de 4 villes d'Allemagne

du Nord-Ouest et ont trouvé ce bacille dans 5,83 p. 100 des cas. CALMETTE rapporte que le B.K. en suspension dans l'eau est tué en 1 heure à 60 ° C, en 15 minutes à 65° C, en 10 minutes à 70° C, en 5 minutes à 80° C et en 1 minute à 95° C. Or, dans les milieux organiques comme le lait, le B.K. étant plus résistant, Monsieur le Professeur BOYER conçoit difficilement que dans le lait le B.K. ne résisterait que 31 secondes à 70° C alors que dans l'eau il faut 10 minutes, soit vingt fois plus de temps, pour le détruire. Cette question a été reprise plus récemment par BRETEY qui affirme qu'il est indispensable de chauffer le lait à 85° C non pendant quelques secondes mais pendant plus de dix minutes pour être absolument certain de sa destruction, d'autant plus que les particules excrémentielles et les souillures organiques contenues dans les laits sales qui sont parfois très fréquents sont susceptibles d'être le refuge des germes pathogènes et du bacille de Koch en particulier et de jouer pour ce dernier un rôle protecteur vis-à-vis de l'action de la chaleur et d'autre part que la pasteurisation n'est pas parfois correctement effectuée surtout en ce qui concerne sa durée de chauffage. La présence possible de B.K. et quelques auteurs en ont retrouvé dans des laits correctement pasteurisés, la possibilité de colibacilles indologènes voire de virus trop souvent encore constatée, nous révèle, dès à présent, l'insuffisance hygiénique des laits pasteurisés d'où la nécessité de faire bouillir, avant leur consommation, ces laits comme l'ont exigé le Conseil Supérieur de l'Hygiéne et l'Académie de Médecine, cette suggestion, de la part des plus hautes instances médicales, devrait être d'ailleurs plus largement diffusée dans le public et il est bon de rappeler à ce propos que faire bouillir convenablement le lait ne consiste pas à attendre qu'il monte mais qu'il est indispensable d'en retirer à plusieurs reprises, la pellicule ainsi formée et de le laisser bouillir quelques minutes à 100° C.

Rappelons, au sujet de la présence des germes indologènes dont la numération s'opère sur eau peptonée, que le lait pasteurisé conditionné vendu en carafe ou en récipient de carton, doit renfermer moins de 30.000 germes au cm3 et que sur un cm3 de lait la recherche des indologènes doit s'avérer négative, ce qui est loin d'être le cas dans la pratique.

Certes, la pasteurisation ne prétend pas détruire toute la flore microbienne du lait et en particulier la totalité de sa flore saprophyte. Une partie de la population microbienne du lait est constituée, en effet, de germes sporulés et de bactéries thermo-résistantes capables de supporter des températures plus élevées que celles obtenues au cours de cette opération. Mais il est inadmissible que la flore pathogène ne soit pas détruite dans son intégralité, ce qui est à même posé dans le principe et la définition de la pasteurisation alors que l'on donne des garanties au consommateur sous cette appellation.

Présence possible de germes pathogènes, nécessité de faire bouillir, avant sa consommation, le lait pasteurisé, telles sont déjà les premières insuffisances de sa valeur hygiénique.

Malgré sa réfrigération rapide et indispensable au dessous de 6° C, cette insuffisance se révèle d'autant plus évidente qu'une nouvelle pasteurisation s'avère nécessaire lors de l'arrivée du lait dans les grands centres urbains et avant sa distribution aux détaillants le matin de bonne heure, pour éviter, dans la mesure du possible, de livrer au consommateur un lait pasteurisé trop pollué. Les analyses bactériologiques ont en effet montré que la pollution microbienne était encore plus importante à la livraison du lait qu'au sortir des centres de pasteurisation. Cette pasteurisation ultérieure nécessaire traduit donc, dans son principe même, la pollution antérieure du lait et les imperfections de la pasteurisation quant à obtenir un lait sain, bactériologiquement sûr et de bonne valeur hygiénique, puisqu'il faut la recommencer parfois même une troisième fois en été par temps chaud.

L'insuffisance de la valeur hygiénique du lait pasteurisé est aggravée de plus par une chaîne du froid très souvent en défaut et par l'emploi de carafes en verre non stérilisées. La chaîne du froid devrait être continue depuis la ferme jusqu'au consommateur et c'est là une nécessité impérieuse pour en assurer sa conservation. Le conditionnement dans des carafes en verre devrait, comme cela commence à se voir d'ailleurs, être de plus en plus restreint. En effet, ces carafes, non closes hermétiquement par ailleurs, ne sont pas stérilisées dans les ateliers de pasteurisation ce qui est un non sens et peuvent, de ce

fait, provoquer une réinfection secondaire du lait, d'autant plus dangereuse cette fois-ci que le lait vient d'être pasteurisé. De faible valeur hygiénique, le lait pasteurisé peut être donc, de surplus, à tout moment contaminé par l'emploi de ces carafes bien que le conditionnement en récipients de carton imperméabilisé par la paraffine ou en récipients de plastique constitue un progrès et tend à se généraliser progressivement.

Par la présence possible de germes pathogènes et d'innombrables germes tués pouvant produire des substances plus ou moins toxiques, la nécessité de faire bouillir le lait pasteurisé avant sa consommation, l'insuffisance de la chaîne du froid, l'éloignement de certaines grandes villes des centres de pasteurisation, l'emploi de carafes en verre non stérilisées, l'obligation d'une repasteurisation masquant la pollution antérieure du lait, sa vente autorisée seulement pendant les 48 h qui suivent la pasteurisation, la valeur hygiénique du lait pasteurisé s'avère, de ce fait, très insuffisante et mérite d'être améliorée considérablement tout en se tournant, dès à présent, vers une généralisation progressive de l'upérisation du lait que nous étudierons en détail dans notre prochain chapitre.

Il faut donc reconnaître que dans les conditions actuelles le lait pasteurisé est loin de remplir toutes les exigences d'une rigoureuse hygiène. La pasteurisation est actuellement une mesure de sécurité obligatoire et indispensable mais non plus une mesure valable de conservation. Il semble bien que le lait pasteurisé, dont la valeur hygiénique est trop souvent en défaut, ne possède pas par lui-même des qualités suffisantes pour faire face aux exigences posées par l'approvisionnement des grands centres urbains et que ce mode d'assainissement du lait cru ne semble pas être adapté aux besoins économiques des prochaines années.

Orienter alors les sociétés laitières qui ont investi des capitaux considérables vers l'upérisation en grand du lait sera une oeuvre longue et délicate nécessitant une contribution importante et efficace des Pouvoirs Publics mais qui s'avèrera indispensable pour faire face aux exigences de la vie moderne.

CHAPITRE IV

DU TRAITEMENT ET DE L'ASSAINISSEMENT DU LAIT DE CONSOMMATION PAR ULTRA-HAUTE-TEMPERATURE (U.H.T.)

UPERISATION - PROCEDE LAGUILHARRE

TECHNIQUE & RESULTATS

Si le coefficient de la valeur hygiénique du lait obtenu par pasteurisation est loin d'être satisfaisant comme nous l'avons montré dans le chapitre précédent, le traitement du lait par l'Ultra-Haute-Température (U.H.T.), soit par le procédé de l'ingénieur français LAGUILHARRE soit par Upérisation et son conditionnement aseptique dans des récipients à emballage perdu préalablement stérilisés, améliorent ce coefficient dans une proportion très élevée et pour ainsi dire absolue sans en modifier cependant la valeur nutritive du lait ainsi traité ni ses propriétés organoleptiques. Ce procédé récent d'assainissement du lait cru que les consommateurs de certains pays étrangers (Suisse, Suède, Allemagne Fédérale) semblent de plus en plus apprécier paraît, en effet, devoir assurer d'une manière beaucoup plus efficace l'hygiène du lait et sa diffusion, sur une grande échelle en France qui permettrait par ailleurs d'en abaisser son prix de revient, règlerait le problème posé par l'hygiène du lait et tous les hygiénistes ne pourraient que s'en montrer satisfaits.

Si la pasteurisation du lait est un procédé relativement ancien, le traitement thermique du lait par Ultra-Haute-Température ne remonte qu'à quelques années. Ce procédé a, d'emblée, retenu l'attention par les perspectives qu'il offrait aussi bien pour la qualité bactériologique du lait ainsi obtenu que pour sa commercialisation facile.

La stérilisation du lait en flux continu était obtenue jusqu'à présent par chauffage "indirect" du lait en le faisant circuler, comme dans les pasteurisateurs classiques, entre des plaques chauffées extérieurement par de la vapeur ou de l'eau chaude sous pression. Par contre, le chauffage "direct" du lait dont la technique est récente bien que le principe en soit connu depuis longtemps, bénéficie de deux méthodes essentielles qui sont à l'heure actuelle encore peu répandues : le procédé LAGUILHARRE et l'Upérisation. Ces 2 méthodes de chauffage "direct" du lait à Ultra-Haute-Température permettront d'obtenir un lait bactériologiquement stérile, sans modification notable de sa valeur nutritive ni de ses caractères organoleptiques.

1°) Stérilisation du lait par U.H.T. - Procédé LAGUILHARRE - Technique

Le lait préalablement porté à 80°C dans un échangeur de température est injecté dans un caisson rempli de vapeur saturée sous une pression et par conséquent à une température déterminée (marge de variation possible entre 110°C et 140°C). Après avoir été porté pendant un temps très court - de l'ordre d'une fraction de seconde - à la température maxima de chauffage, le lait est ensuite détendu sous vide dans un deuxième caisson où il est ramené à sa température d'entrée dans le premier caisson (80°C). Après avoir été homogénéisé, il est ensuite refroidi à 10° C dans un second échangeur de température.

2°) Stérilisation du lait par U.H.T. - Upérisation - Technique.

L'upérisation du lait est un procédé qui permet la stérilisation du lait par injection directe de vapeur. Avant la stérilisation proprement dite, le lait est porté à la température de 78° C dans un préchauffeur tubulaire. La durée de ce

préchauffage est de 240 secondes. Dans le tube d'upérisation, le lait est porté brusquement à une température de 148° C, par injection de vapeur dans le lait, maintenu à cette température pendant 2,4 secondes, puis pulvérisé dans un caisson maintenu sous vide, à l'intérieur duquel ce lait perd l'eau condensée au moment de la stérilisation et voit sa température ramenée à 80° C. Enfin le lait est homogénéisé puis refroidi à 12° C en 310 secondes.

La réalisation industrielle de ce procédé a été mise au point par la Société Suisse ALPURA qui de son usine de Konolfingen, dans les Alpes Bernoises, commercialise avec succès depuis Mai 1961 ce lait ainsi upérisé.

Ces deux procédés de stérilisation du lait à Ultra-Haute-Température présentent cependant deux difficultés communes : le contact direct du lait avec la vapeur posant le problème de la propreté de la vapeur et la légère condensation de vapeur dans le lait suivie d'une concentration dans le détendeur sous vide posant le problème de la constance de l'extrait sec du lait. Ces deux difficultés sont résolues : la première par l'emploi d'un "transformateur de vapeur " permettant la production d'une vapeur "secondaire" irréprochable; la seconde par la mise en oeuvre de dispositifs automatiques qui font que le léger mouillage qui se produit au cours de la stérilisation est très exactement compensé par la légère concentration qui intervient au moment du refroidissement instantané. MOCQUOT et ses Collaborateurs ont en effet reconnu, dans une étude préalable concernant l'appareil LAGUILHARRE, que la teneur en substances sèches du lait chauffé à très haute température était égale, à 0,1 - 0,2 p 100 près, à celle du lait cru si se trouvait limitée à 1 degré au maximum la différence des températures présentées par le lait à l'entrée du caisson de chauffage et à la sortie du caisson de détente.

La première question que sont en droit de se poser les hygiénistes, comme lors de tout nouveau procédé d'assainissement du lait cru, est de savoir si ce lait traité par Ultra-Haute-Température est vraiment stérile et permet, de ce fait, de fournir au consommateur une garantie bactériologique absolue. De nombreuses études ont été faites à ce sujet qui permettent de répondre affirmativement

à cette question : le lait stérilisé par le procédé U.H.T. ou lait upérisé est parfaitement stérile à la sortie de l'upérisateur et dépourvu de germes pathogènes. Il faut entendre par là qu'il ne subit aucune modification physique au cours des incubations les plus sévères et qu'il ne renferme pas de germes revivifiables dans les milieux de culture courants à l'issue de cette incubation.

HERMIER et MOCQUOT ont prélevé des échantillons le lait ayant subi le chauffage à la sortie du circuit de réfrigération (température 10°C - Appareil de LAGUILHARRE) au moyen d'un robinet stérilisé avant l'essai et flambé avant chaque prélèvement, toutes les manipulations étant, par ailleurs, effectuées avec le maximum d'asepsie. Le lait est reçu dans des récipients stériles, tubes ou flacons, permettant de recueillir soit 30 ml, soit 125 ml de lait. Ils ont opéré, après incubation de plusieurs jours (jusqu'à 20 jours) par ensemencement sur milieu de Mossel d'échantillons de lait traité à 110° - 120° et 140° C. Ils ont constaté que du lait cru contenant de 10 à 100 millions de germes par ml et 105 bactéries coliformes par ml ne présentait plus, aussitôt après traitement, aucune bactérie coliforme et que la plupart des échantillons chauffés à 140° C sont demeurés stériles, sans altération ni coagulation visible et ne provoquant aucun développement microbien à l'ensemencement.

D'une façon plus précise, ces deux auteurs ont constaté qu'à :

a) 110° C la majorité des échantillons est altérée au 3è jour d'incubation à 30°.

b) 120° C 5 échantillons sont intacts après les 20 jours d'incubation mais la plupart des échantillons se sont altérés au 13è et 14è jour d'incubation.

c) 140° C sauf une exception tous les échantillons sont intacts à la fin des 20 jours d'incubation.

et ont conclu à une augmentation de la durée de conservation parallèle à l'élévation de la température de chauffage du lait.

Le lait assaini par le procédé U.H.T. est donc un lait stérile, étant d'ailleurs présumé, lors de l'expérience précédente, que le seul échantillon non stérile à 140° C venait vraisemblablement d'une contamination accidentelle au moment du prélèvement par exemple.

Les procédés de traitement du lait par U.H.T. (Upérisation - Procédé LAGUILHARRE) sont donc capables de conduire à un lait parfaitement stérile. Par ailleurs son chauffage dans les conditions indiquées, ne modifie que très peu ses propriétés organoleptiques, sa teneur en vitamines, et sa valeur protéique comme l'a montré KASTLI dans le tableau suivant :

Sorte de lait	Valeur protéique	Thiamine µg/g	Riboflavine µg/g	Acide Pantothénique µg/g	Acide Nicotinique µg/g	Biotine g/g	Vitamine B_{12} mµg/g
Cru	92	0,46	1,6	2,6	0,72	0,0I9	3,2
Pasteurisé	-	0,44	1,6	2,6	0,7I	0,0I8	3
St.en Bout.	88	0,30	1,5	2,5	0,75	0,0I8	< 0,06
U.H.T.	93	0,44	1,5	2,6	0,73	0,0I7	2,7

Enfin des essais d'alimentation avec du lait upérisé ont ete effectués sur des rats. Certains de ces essais ont porté sur une longue période renfermant 5 générations. Il a été constaté que la valeur nutritive de ce lait ne subit pas d'altérations lors de l'upérisation. De plus le lait upérisé n'exerce aucun effet sur la faculté de reproduction des animaux.

Un grand progrès concernant le conditionnement de ce lait upérisé vient d'être récemment réalisé et son étude fera l'objet de notre prochain chapitre.

CHAPITRE V

ETUDE BACTERIOLOGIQUE, ORGANOLEPTIQUE & VITAMINOLOGIQUE DU LAIT UPERISE CONDITIONNE ASEPTIQUEMENT

Le lait stérile qui sort en flux continu des appareils de traitement à Ultra-Haute-Température (Upérisateur - Appareil de LAGUILHARRE) est, dès à présent, conditionné aseptiquement dans des récipients préalablement stérilisés. En effet, à la faveur d'une fructueuse collaboration entre une Société Suédoise et une Société Suisse est née la technique de remplissage aseptique du lait upérisé en récipients tétraédriques stériles.

Devant l'essort et la commercialisation de ce lait upérisé conditionné aseptiquelent, il est donc très important d'en faire une étude bactériologique, organoleptique et vitaminologique.

La stérilisation du carton s'effectue dans la partie supérieure d'une machine Tetra Pak modifiée. La paroi du cylindre formé par la bande de carton passe entre deux cylindres concentriques, l'extérieur en métal, l'intérieur en quartz. Le tube de quartz est chauffé par des résistances électriques le long de sa paroi interne, si bien que la température de l'air situé entre le cylindre métallique et le cylindre de quartz atteint 400 à 500° C; le carton est ainsi stérilisé par cette atmosphère d'air chaud.

Le remplissage et la fermeture aseptique s'effectue dans la partie inférieure de cette machine. Le lait arrive par un tuyau situé dans l'axe du tube de quartz et protégé des résistances électriques par une gaine isolante, et se déverse dans la partie inférieure du cylindre formé par le carton, en dessous du tube de quartz; le cylindre plein de lait est ensuite tronçonné en berlingots. On voit qu'avec un tel dispositif, la partie inférieure de la machine où s'effectuent le remplissage et la fermeture est isolée de l'extérieur par le "joint" d'air à 300° C au niveau du tube de quartz.

1°) Etude bactériologique du lait Upérisé Conditionné Aseptiquement

Cette étude a été réalisée par la Station Centrale de Microbiologie et de Recherches Laitières du C.N.R.A. à Jouy-en-Josas, sous la direction de MM. HERMIER et MOCQUOT.

Nature des échantillons analysés

Les échantillons analysés par ces Auteurs consistent en "berlingots Tetra Pak" de 0,5 litre, appartenant à deux lots de fabrication différents mais fabriqués tous deux à Konolfingen (Suisse).

Lot A : les berlingots sont restés à la température ambiante pendant 34 jours puis ont été analysés.

Lot B : Les berlingots ont été analysés le lendemain de leur fabrication.

Méthodes d'analyse

a) Incubation ; les échantillons ont été placés dans des étuves à température constante: 55°, 30°, ou 14° C. Dans l'étuve à 14° C, l'humidité relative de l'atmosphère était maintenue à 90 %.

b) Analyse du lait : à la fin de la période d'incubation, les berlingots sont sortis des étuves. Un coin de chaque berlingot, après un léger

flambage au bec Bunsen, est coupé avec des ciseaux stériles. Les épreuves effectuées sur le lait sont les suivantes :

- Détermination du pH : au pH mètre à électrode de verre

- Epreuve à l'alcool : I ml d'alcool à 68 ° est ajouté à I ml de lait. L'épreuve est positive s'il se produit une précipitation.

- Ensemencement sur milieu bactériologique : le milieu utilisé est celui de Mossel : tryptone Difco 5 g., extrait de levure Yeastrel 2,5 g., amidon soluble I g., glocuse I g., gélose 15 g., eau I.000 ml; le pH du milieu après stérilisation est de 7,0. L'ensemencement est effectué en stries à la surface du milieu coulé en boîtes de Pétri. L'examen des boîtes a lieu après 24 heures d'incubation à la même température que celle utilisée pour l'incubation des berlingots.

Le lot A a subi un examen simplifié limité à une incubation à 30° C suivie de la mesure du pH du lait et de l'épreuve à l'alcool. Le lot B a subi un examen complet. On remarquera à ce propos que les échantillons incubés à 55° C n'ont pas subi le contrôle par ensemencement bactériologique qui est inutile dans ces conditions.

Comme l'indique le tableau de la page suivante, sur l'ensemble des échantillons analysés, un seul s'est révélé non stérile. Son contenu a été ensemencé et l'examen des colonies microbiennes développées sur la gélose a montré la présence d'au moins 3 microorganismes différents non sporulés. Pour déterminer l'origine de ces microorganismes, ces auteurs ont contrôlé l'état de la couche plastique du berlingot par l'épreuve au bleu de méthylène en procédant de la façon suivante :

- l'intérieur du berlingot est soigneusement rincé pour éliminer toute trace de lait, puis on remplit le berlingot avec une solution de bleu de méthylène; après 24 heures de contact, la solution de bleu de méthylène est éliminée et on examine la paroi intérieure du berlingot. La couche de plastique est imperméable à la solution de bleu de méthylène, mais si elle présente des discontinuités, la

solution de bleu de méthylène arrive au contact du carton qui retient le colorant et dans ce cas, quand la solution de bleu de méthylène a été enlevée, on remarque des taches de couleur bleue qui révèlent les endroits où la couche de plastique est perforée.

Un tel examen, effectué sur le berlingot dont le lait n'était pas stérile, a montré que la couche de plastique était perforée en deux endroits.

RESULTATS DU CONTROLE BACTERIOLOGIQUE
DU LAIT UPERISE CONDITIONNE ASEPTIQUEMENT

	Lot A	Lot B		
	Incubation 30°C 22 jours	Incubation 55°C 15 jours	Incubation 30°C 20 jours	Incubation 14°C 21 jours
Nombre d'échantillons analysés	107	63	68	70
Echantillons stériles Résultats des épreuves				
- pH	entre 6,35 et 6,38	entre 6,35 et 6,40	entre 6,50 et 6,55	entre 6,50 et 6,55
- épreuve à l'alcool..	négative	négative	négative	négative
- ensemencement			négatif	négatif
- nombre d'échantillons stériles	106	63	68	70
Echantillon non-stérile Résultats des épreuves				
- pH	6,30			
- épreuve à l'alcool...	positive			
- nombre d'échantillons non-stériles	1			

Nous pouvons donc en conclure :

1°) le lait est stérile à la sortie de l'upérisateur.
2°) le remplissage a lieu aseptiquement.
3°) la fermeture du berlingot est étanche.
4°) la paroi du berlingot possède une bonne homogénéité, puisqu'un seul cas de défaut de la couche plastique a été détectée sur l'ensemble des échantillons examinés.

De même, le laboratoire de Contrôle du lait et des produits laitiers du Service Vétérinaire Sanitaire de Paris et du département de la Seine, sous la direction de M. BASILLE, a procédé à des essais complémentaires :

Ainsi 540 échantillons (berlingots Tetra Pak) ont été soumis à un étuvage :

- à 20° pendant 30 jours (270 échantillons)
- à 30° pendant 20 jours (108 échantillons)
- à 37° pendant 20 jours (54 échantillons)
- à 55° pendant IO jours (108 échantillons).

A l'expiration des délais indiqués, aucun des échantillons n'a présenté d'altération physique apparente , à l'exception toutefois de ceux étuvés à 55° C dont le lait présentait un léger jaunissement par suite de l'action prolongée de la chaleur. Les mesures du pH n'ont révélé aucune évolution significative à la suite de ce même étuvage. Les vérifications bactériologiques sur milieu de MOSSEL ont vérifié la stérilité du produit. Enfin, vingt autres cartons de lait ont été maintenus à la température du laboratoire pendant I5 mois puis vidés de leur contenu et soumis à l'épreuve de l'étanchéité décrite précédemment. Les cartons étant vidés puis soigneusement rincés, étaient remplis d'une solution de bleu de méthylène à 2 %. Après 48 heures de contact, aucune fuite n'a pu être constatée dans le revêtement intérieur des emballages.

2°) Etude Organoleptique du Lait Upérisé Conditionné Aseptiquement

Le grand reproche que l'on faisait au lait stérilisé classique était la modification de ses caractères organoleptiques et plus précisément l'altération de sa couleur et de sa saveur. En effet, le chauffage du lait dans les conditions de la stérilisation classique lui faisait prendre, en même temps qu'une coloration plus ou moins prononcée, une saveur anormale que l'on désignait sous le nom de goût de "cuit" ou goût de "brûlé" suivant l'intensité du défaut.

MM. MOCQUOT et HERMIER ont également étudié les modifications éventuelles des caractères organoleptiques du lait Upérisé Conditionné aseptiquement.

Nature des échantillons analysés

L'étude a porté sur d'autres berlingots, appartenant au lot B qui ont été examinés à partir du jour suivant la fabrication.

Méthodes

Ces auteurs ont procédé à l'étude de l'évolution des qualités organoleptiques du lait upérisé par comparaison avec les qualités organoleptiques du lait pasteurisé conditionné produit dans la région parisienne. Ceci veut dire que des berlingots de lait upérisé étaient conservés à température constante et que périodiquement on prélevait des berlingots dont le lait était comparé à du lait pasteurisé (en bouteilles de verre ou en berlingots) acheté le jour du prélèvement chez les détaillants de la région parisienne.

Pour juger des résultats, il faut tenir compte des deux faits suivants :

- premièrement, le lait pasteurisé vendu dans la région parisienne est toujours pasteurisé au-dessus de 80° C et souvent deux fois de suite; il présente donc un goût de "cuit".

- deuxièmement, le lait upérisé est un lait homogénéisé. Or, l'homogénéisation a pour résultat de modifier la consistance du lait et celui-ci paraît plus crémeux. De ce fait, le lait upérisé présente une consistance qui le différencie du lait pasteurisé mais le rapproche du lait stérilisé. Les comparaisons étaient effectuées sur échantillons anonymes, dans les conditions habituellement prescrites pour les épreuves de dégustation (épreuve triangulaire).

Les berlingots de lait ont été conservés soit à 7° C, température d'un réfrigérateur domestique, soit à 15° C température d'une pièce d'habitation fraîche.

Résultats :

1°) Lait conservé à 7° C. Aussitôt après la préparation et au cours des trois jours qui suivent, le lait upérisé présente un goût et une odeur de "cuit". Au delà de trois jours, le goût et l'odeur de "cuit" ont disparu et le lait upérisé possède alors des qualités organoleptiques supérieures à celles du lait pasteurisé. Après le 28è jour, l'odeur du lait upérisé ne se modifie pas sensiblement, mais un goût d'oxydé apparaît; plus tard on perçoit un goût "caramélisé" qui se rapproche de celui du lait stérilisé après sa préparation.

2°) Lait conservé à 15° C. L'évolution du lait upérisé est la même, sauf que le goût oxydé apparaît plus tôt, 15 jours après la date de fabrication.

Stérilité du lait upérisé conditionné aseptiquement, conservation prolongée de ses propriétés organoleptiques, envisageons maintenant son étude vitaminologique.

3°) Etude vitaminologique du lait Upérisé Conditionné Aseptiquement

MM. LHUISSIER, HUGOT et BIETTE du C.N.R.A. ont étudié l'évolution de la valeur vitaminique du lait upérisé pendant la durée de la conservation commerciale.

Les essais ont porté également sur des berlingots Tetra Pak de 0,5 litre, en carton imprimé en noir sur sa face interne et doublé d'une couche de matière plastique. Ces berlingots provenaient de 2 fabrications, l'une le 23 Mai, l'autre le 27 Juin 1962 dans l'usine de Konolfingen (Suisse). De plus, des échantillons des 2 laits crus utilisés pour la préparation des laits upérisés ont été conditionnés en boîtes métalliques stériles et hermétiquement closes puis transportés à basse température.

Les premières analyses ont été pratiquées le lendemain de la fabrication sur quelques berlingots. D'autres berlingots ont été entreposés, par groupe de 15, dans des conditions diverses :

- au réfrigérateur à + 7 ° C
- dans un local orienté au sud à une température de + 20°C et à 22°C à proximité des fenêtres
- dans le même local, à l'abri de la lumière.

Pour chacun des 3 lots et pendant toute la durée de la conservation commerciale (I mois) des analyses ont été effectués chaque semaine sur plusieurs berlingots.

Ont été dosées : la thiamine et la pyridoxine par voie microbiologique; la riboflavine, les caroténoïdes totaux et la vitamine A par des méthodes physico-chimiques.

Résultats

1°) Influence du traitement

Les teneurs en vitamines des laits crus "témoins" et celles des laits upérisés sont les suivantes :

Vitamines	Lait cru (p.100 ml)	Lait upérisé (p. I00 ml)	Perte due au traitement (p. I00)
Thiamine µ g	50	39	environ 20
Riboflavine µ g	195	195	Néant
Pyridoxine µ g	43	45,5	Néant
Caroténoïdes Totaux U.I.	32	34	Néant
Vitamine A U.I.	68	73	Néant

2°) Influence de la conservation

A tous les stades de la conservation et quelques soient les conditions de stockage, les vitamines dosées ont été retrouvées à des taux qui ne diffèrent pas significativement du taux initial. Seule la pyridoxine a fait l'objet d'une légère perte dans les berlingots stockés à + 20° C; cette perte atteignait environ 15 % à la fin des essais.

On peut donc considérer que pendant la durée du stockage commercial le lait upérisé conditionné aseptiquement reste une excellente source de vitamines même s'il a été maintenu à la température ordinaire et sans précaution particulière pour soustraire les berlingots à l'action de la lumière. Cette dernière constatation s'explique par l'opacité de l'emballage carton; elle est d'autant plus remarquable que dans le cas de lait stérilisé conditionné en bouteilles de verre blanc, l'exposition à la lumière même diffuse entraîne des pertes vitaminiques élevées.

Ces résultats sont à rapprocher de ceux communiqués par Mme RANDOIN à la suite d'essais poursuivis à l'Institut Scientifique d'Hygiène Alimentaire et pouvant être résumés comme suit :

- le lait upérisé est beaucoup plus riche en acide ascorbique que le lait pasteurisé ou autoclavé.

- le lait pasteurisé est plus riche en thiamine que le lait upérisé lui même étant plus riche que le lait stérilisé.

- les teneurs en Ribóflavine, vitamines A et D des 3 types de lait sont étroitement comparables.

- le lait upérisé permet uneneilleure croissance du jeune rat que le lait autoclavé.

- l'appétit des jeunes rats recevant du lait upérisé est neilleur que celui d'autres animaux recevant du lait pasteurisé ou du lait stérilisé.

DEDUCTIONS

Devant les exigences et les besoins d'une population en constante progression démographique qui est en droit d'attendre et d'obtenir du lait une parfaite qualité bactériologique, la pasteurisation ne nous paraît pas être, en effet, un procédé adapté à ces besoins.

Par contre l'upérisation du lait conditionné aseptiquement nous offre un lait de grande valeur hygiénique de par sa pureté bactériologique qui n'entraîne pas, de plus, un abaissement du coefficient de sa valeur nutritive.

Par comparaison avec la pasteurisation actuellement pratiquée, nous devons retenir la possibilité de conservation du lait upérisé conditionné aseptiquement à la température ambiante pendant un mois, d'où économie d'équipement frigorifique, normalisation des horaires de travail, des conditions de vente et de livraison avec des facilités du même ordre pour le détaillant. Son stockage facile ne nécessite plus une chaîne du froid trop souvent en défaut encore à l'heure actuelle dans notre pays.

Par rapport au lait stérilisé désormais classique, les qualités organoleptiques du lait upérisé sont nettement améliorées et sa constitution physique est à peine modifiée par le bref chauffage à température élevée.

L'upérisation suivie d'homogénéisation et de remplissage aseptique continu dans des récipients préalablement stérilisés, allie donc les avantages de la pasteurisation, de la stérilisation, en éliminant les lacunes et les inconvénients de ces trois procédés.

Les traitement U.H.T. du lait a pour but la prolongation de la conservation du lait au moyen d'une destruction totale des germes en flux continu suivi d'un conditionnement aseptique à la sortie de l'appareil en utilisant des récipients antérieurement stérilisés. En comparaison avec les procédés classiques de pasteurisatio, la méthode U.H.T. effectue une destruction totale des germes; en comparaison avec les procédés classiques de stérilisation, la méthode U.H.T. n'implique pas un second chauffage du lait "en bouteille".

Ce nouveau procédé d'assainissement du lait cru nécessitera une modification profonde de toute l'infrastructure du traitement du lait actuellement implantée en France mais ce problème mérite néanmoins d'être pris sérieusement en considération, dès à présent, pour assurer les besoins et les exigences des prochaines années tout au moins en ce qui concerne l'approvisionnement des grandes concentrations urbaines.

Certes, les Sociétés Laitières qui ont investi des capitaux pour le moins considérables dans l'acquisition de pasteurisateurs et qui ont axé toute leur politique d'assainissement du lait cru dans la pasteurisation aimeraient bien amortir leurs investissements avant de se lancer dans l'upérisation en grand du lait et ne sont pas désireuses, de ce fait, pour l'instant tout au moins, de favoriser la commercialisation et la vente du lait upérisé conditionné aseptiquement en emballage perdu. Un meilleur contrôle de la production du lait pasteurisé pourrait être néanmoins exercé et la constatation, à plusieurs reprises, d'un lait souillé livré au consommateur ne devrait pas faire différer l'application de sanctions pouvant aller du simple avertissement jusqu'à l'amende voire la fermeture du centre de pasteurisation responsable.

Le lait upérisé représente une étape importante sur la voie du progrès. Tous les pays laitiers d'Europe s'organisent d'ailleurs pour en produire après

essais et mises au point méthodiques. La première vente de lait upérisé conditionné aseptiquement a eu lieu en Suisse en Mai 1961 et le succès de ce lait, de conservation prolongée à la température ambiante, a été considérable à Berne et sa région. En Avril 1964 a été inaugurée à Zurich une seconde usine d'upérisation ultra-moderne avec le lancement d'un lait upérisé aromatisé au café et depuis le début de l'année 1966 de la crème upérisée, produit apte à être conservé plusieurs semaines et vendu dans un emballage stérile, est commercialisée en Suisse.

Par ailleurs, deux grandes laiteries d'Allemagne Fédérale, celle de Munich et de Kassel, commercialisent ce lait de conservation prolongée et la technique de remplissage aseptique de lait upérisé en récipients tétraédriques stériles à fait son apparition en France. En Mai 1963, la Société des Fermiers Réunis à Clermont (Oise) produisait, à son tour, du lait upérisé stérilisé par le procédé U.H.T., homogénéisé, conditionné en berlingots Tetra Pak stériles et commercialisé en demi-litre sous le nom de New-lait. En décembre 1963, la Centrale Laitière de Mulhouse mettait en vente du lait upérisé conditionné également en berlingots stériles avec remplissage également stérile.

La généralisation du lait upérisé conditionné aseptiquement, c'est-à-dire stérilisé en flux continu à haute température pendant un temps très court suivi de remplissage aseptique offrant une garantie absolue au consommateur de par sa qualité bactériologique parfaite ne serait-elle pas au fond, dans les années à venir, la clé du problème que nous pose actuellement l'hygiène du lait de consommation qui cessera, par là même, d'être un produit hautement périssable ?

C O N C L U S I O N S

Le lait pasteurisé ne donnant pas satisfaction aux hygiénistes, en raison de sa trop fréquente pollution et de sa conservation limitée, les recherches ont porté sur une méthode de traitement permettant la mise en vente d'un lait se conservant longtemps, et gardant ses qualités nutritives et organoleptiques.

Le lait stérilisé par les procédés classiques aurait pu satisfaire le public s'il n'avait trop souvent un certain goût de cuit. Le lait upérisé ou stérilisé par le procédé U.H.T. (Ultra-Haute-Température) pendant un temps très court, et conditionné aseptiquement, constitue un progrès remarquable. C'est un lait stérile. Donc il n'y a pas lieu de redouter comme avec le lait pasteurisé la présence de certains germes pathogènes. C'est un lait dont le goût se rapproche du lait pasteurisé. De plus l'homogénéisation le fait paraître plus crémeux, et le rend plus facilement digestible.

Les propriétés nutritives de ce lait sont comparables à celles du lait pasteurisé.

Il y a donc lieu de souhaiter la diffusion du lait upérisé conditionné aseptiquement. Malheureusement les sociétés laitières, qui ont investi des sommes énormes dans l'achat de pasteurisateurs, freineront vraisemblablement l'essor de ce lait, tant que les appareils de pasteurisation ne seront pas amortis.

Vu, le Président de Thèse :

Professeur BOYER

Vu, le Doyen de la Faculté :

Professeur G. BROUET

Vu, et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris

J. ROCHE

B I B L I O G R A P H I E

BOURDET A.

A propos d'un effort tendant à améliorer notre lait de consommation
L'Industrie Laitière I957 - n° 127 - p. 72-79.

BOYER J.

A propos d' l'hygiène du lait.
Presse Médicale I955 - 63 - n° 35 - 14 Mai I955 - p. 739-741

BOYER J.

La nouvelle règlementation du contrôle sanitaire du lait.
Presse médicale I955 - 63 - n° 48 - 2 Juillet I955 - p. I020.

BOYER J. et TISSIER M.

Lait pasteurisé certifié ou lait homogénéisé stérilisé
Presse Médicale I955 - 63 - n° 6 - 26 janvier I955 - p. I07-I08

BOYER J., CORRE-HURST L., SAPIN-JALOUSTRE H., TISSIER M.

Epidémiologie des Brucelloses en milieu urbain
Presse Médicale I957 - 65 - n° 53 - 3 Juillet I957 - p. 1247-1249.

BREIL J.

Pasteurisation - Ebullition - Ultra-Haute-Température et la consommation du lait.
L'Industrie Laitière I96I - n° 173 - p. 44-47.

CHEPTEL H., THOMAS G.

Remarques sur la stérilisation du lait
Le Lait - Janvier-Février I958 - n° 371-372.

CUVIER G.

Tuberculose humaine d'origine bovine
Presse Médicale I952 - 60 - n° II - 16 février I952 - p. 222
et I952 - 60 - n° 36 - 24 Mai I952 - p.788.

CUVIER G.

Primo-infection tuberculeuse par chancre gingival d'inoculation d'allure épidémique et d'origine bovine.
Presse Médicale I955 - 63 - n° 57 - 3 septembre I955 - p. 1169

GEVAUDAN P.

Etude comparative des résultats de la pasteurisation en fonction de la flore microbienne des laits crus.
Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine - Séance du 17 Mai I955.

GROSCLAUDE G.

L'homogénéisation du lait dans un appareil "U.H.T." Laguilharre
L'Industrie Laitière I960 - n° 164 - p. 105-107.

HERMIER J. et MOCQUOT G.

Etude bactériologique et organoleptique du lait upérisé conditionné aseptiquement en paquets Tetra Pak.
L'Industrie Laitière I96I - n° I79 - p. 225-228.

HERMIER J. et MOCQUOT G.

Etude sur la destruction des microbes et la dénaturation des protéines du lait par un chauffage au-dessus de I00° C.
Annales de Technologie - Institut National de la Recherche Agronomique - 1955 - n° 4 - p. 341-357.

JOANNON P.

Lait dit "Certifié" et Santé.
Presse Médicale I955 - 63 - n° 35 - 14 Mai I955 - p. 739.

KAY H.D., CUTTEL J.R., HALL H.S., MATTICK A.T.R., ROWLANDS A.

La pasteurisation du lait : organisation, installations, exploitation et contrôle.
Organisation Mondiale de la Santé - Editeurs Masson et Cie.

LABLANCHY A.

Upérisation - Note technique
L'Industrie Laitière I96I - n° I8I - p. 311-312.

LAUNAY C.

Précis de Médecine Infantile - Hygiène alimentaire du nourrisson - Le lait de vache.
Editeurs Masson & Cie.

LESNE M.

Au sujet du lait pasteurisé certifié en carafes distribué à Paris.
Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine - I955 - p. 152.

LHUISSIER M. - HUGOT D., BIETTE E.

Etude vitaminologique du lait upérisé conditionné aseptiquement en récipient Tetra Pak.
Laboratoire d'Etude dur la Nutrition I.N.R.A. Jouy-en-Josas
L'Industrie Laitière I962 - n° I94 - p. 319-320.

NEVOT A., LAFONT Ph., LAFONT J.

De la destruction des bactéries par la chaleur. Etude de l'efficacité de la pasteurisation du lait.
Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine - Séance du I0 Mars I959.

PIEN J.

Problèmes actuels de la technologie des conserves de lait.
Le lait - Janvier - Février I957 - n° 361-362 - p. 1-9 et Mars-Avril I957 n° 363-364 - p. 169-18I.

PIEN J.

Amélioration des techniques de chauffage du lait
Le Lait - Septembre-Octobre I960 - n° 398 - p. 481-511.

PIEN J.

Le conditionnement aseptique du lait upérisé.
L'Industrie Laitière I96I - n° I8I - p. 309-310.

PLICHET A.

La pasteurisation du lait.
Presse Médicale I954 - 62 - n° 27 - 14 Avril I954 - p. 571.

POLONOVSKI M., BOULANGER P., MACHEBOEUF M., ROCHE J.

Biochimie médicale - Composition chimique du lait de vache. p. 741-743
Editeurs Masson et Cie.

TERROINE

Le Lait Stérilisé
1951 - C.N.R.S.

THIEULIN G.

Le problème du lait "hygiénique"
Presse Médicale 1955 - 63 - n° 28 - 20 Avril 1955 - p. 583-585

THIEULIN G.

Le lait : formules nouvelles
Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine - Séance du 10 Janvier 1961.

THIEULIN G.

Traitement thermique du lait à très haute température.
Le Lait - 1963 - Mai-Juin 1963 - n° 425-426 - p. 241-250.

TREMOLIERES J.

Le lait stérilisé.
Presse Médicale 1955 - 63 - n° 34 - 11 Mai 1955 - p. 719.

Lait aseptique ou lait de conservation prolongée
Revue Laitière Française - Janvier 1966 - n° 228 - p. 28-30.

S E R M E N T

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes Chers Condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'Honneur et de la Probité dans l'Exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs Pères.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes, si je le viole et que je me parjure puissé-je avoir un sort contraire.

TABLE DES MATIERES

	Pages
AVANT-PROPOS	1.-
INTRODUCTION	3.-
CHAPITRE I - LA POLLUTION BACTERIENNE DU LAIT GERMES SAPROPHYTES ET GERMES PATHOGENES	6.-
CHAPITRE II- DES MOYENS A APPORTER A LA DIMINUTION DE LA CONTAMINATION DU LAIT AU STADE DE SA PRODUCTION ET DE SON TRANSPORT DANS LES CENTRES DE TRAITEMENTS	12.-
CHAPITRE III- DU LAIT PASTEURISE ET DE L'INSUFFISANCE DE SA VALEUR HYGIENIQUE	19.-
CHAPITRE IV - DU TRAITEMENT ET DE L'ASSAINISSEMENT DU LAIT DE CONSOMMATION PAR ULTRA-HAUTE-TEMPERATURE (U.H.T.) UPERISATION - PROCEDE LAGUILHARRE - TECHNIQUE ET RESULTATS	25.-
CHAPITRE V - ETUDE BACTERIOLOGIQUE, ORGANOLEPTIQUE & VITAMINOLOGIQUE DU LAIT UPERISE CONDITIONNE ASEPTIQUEMENT	31.-
DEDUCTIONS	41.-
CONCLUSIONS	44.-
BIBLIOGRAPHIE.-	

EDITIONS A.G.E.M.P.
8 RUE DANTE
- PARIS V[e] -
ODÉ 58-90